This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images, please do not report the images to the Image Problem Mailbox.

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11174318
PUBLICATION DATE : 02-07-99

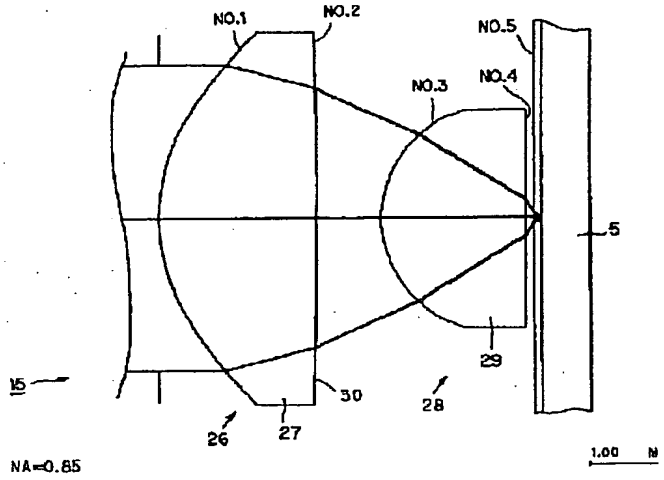
APPLICATION DATE : 15-12-97
APPLICATION NUMBER : 09345464

APPLICANT : SONY CORP;

INVENTOR : UEDA MITSUNORI;

INT.CL. : G02B 13/18 G11B 7/135

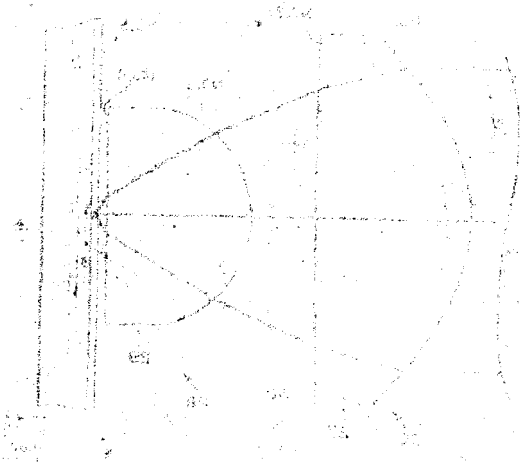
TITLE : OBJECTIVE LENS AND OPTICAL PICKUP DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To compensate and reduce chromatic aberration.

SOLUTION: This objective lens is equipped with a 1st lens group 26 disposed to be positioned on an object point side in a state where an aspherical surface is formed at least on one surface through which an optical axis passes, and a 2nd lens group 28 disposed in a state where its optical axis is aligned with that of the 1st lens group 26. Numerical aperture NA by the 1st and the 2nd lens groups 26 and 28 is set to ≥0.65. Then, a hologram 30 is provided on the 2nd surface of the rear lens 27 of the 1st lens group 26 positioned nearer to the object point side than the surface, which is positioned nearest to an image point side, of the 2nd lens group 28.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) 公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号

特開平11－174318

(43)公開日　平成11年(1999)７月２日

(51)Int.Cl.[6]	識別記号	ＦＩ	
Ｇ０２Ｂ　13/18		Ｇ０２Ｂ　13/18	
Ｇ１１Ｂ　7/135		Ｇ１１Ｂ　7/135	Ｚ

審査請求　未請求　請求項の数11　ＯＬ　（全 14 頁）

(21)出願番号　特願平9－345464

(22)出願日　平成９年(1997)12月15日

(71)出願人　000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川６丁目７番35号

(72)発明者　植田　充紀
東京都品川区北品川６丁目７番35号　ソニー株式会社内

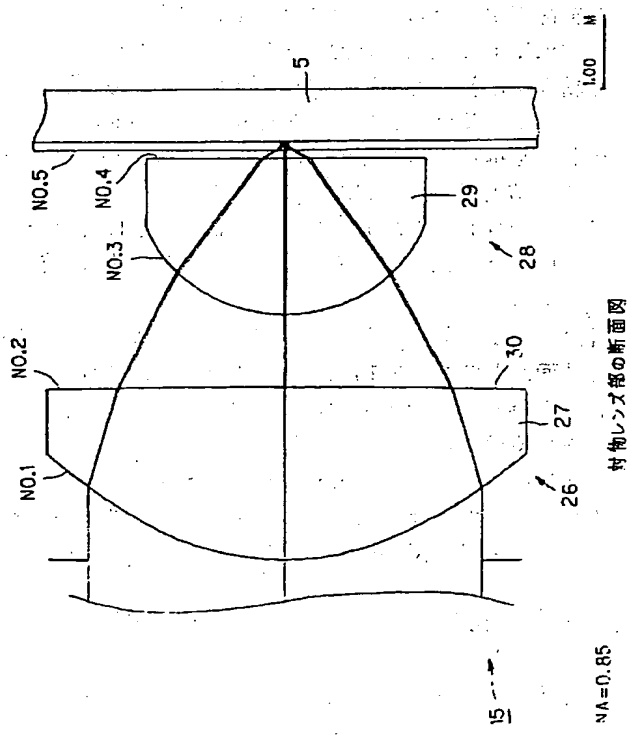
(74)代理人　弁理士　小池　晃　（外２名）

(54)【発明の名称】　対物レンズ及び光ピックアップ装置

(57)【要約】

【課題】　色収差を補正して低減を図る。

【解決手段】　光軸が通過する少なくとも１つの面に非球面が形成されて物点側に位置して配設される第１のレンズ群２６と、この第１のレンズ群２６と光軸を一致させて配設される第２のレンズ群２８とを備える。第１及び第２のレンズ群２６、２８による開口数ＮＡは、０．６５以上とされる。そして、第２のレンズ群２８の最像点側に位置する面より物点側に位置する第１のレンズ群２６の後玉レンズ２７には、第２面にホログラム３０が設けられた。



対物レンズ部の断面図

【特許請求の範囲】
【請求項１】　光軸が通過する少なくとも１つの面に非球面が形成され、物点側に位置して配設される第１のレンズ群と、
上記第１のレンズ群と光軸を一致させて配設される第２のレンズ群とを備え、
上記第１及び第２のレンズ群による開口数ＮＡは、０．６５以上とされるとともに、
上記第２のレンズ群の最像点側に位置する面より物点側に位置する少なくとも１つの面には、入射光を回折する光学素子が設けられたことを特徴とする対物レンズ。
【請求項２】　上記光学素子の焦点距離は、光学系全体の焦点距離の７～３９倍であることを特徴とする請求項１に記載の対物レンズ。
【請求項３】　上記第１のレンズ群は、樹脂材料によって形成された単玉のレンズのみを有することを特徴とする請求項１に記載の対物レンズ。
【請求項４】　上記第１のレンズ群のレンズは、光軸が通過する両面がそれぞれ非球面とされ、一方の面に、入射光を回折するホログラムを有することを特徴とする請求項１に記載の対物レンズ。
【請求項５】　上記第２のレンズ群は、半球状の単玉のレンズのみを有し、このレンズの像点側が平面とされたことを特徴とする請求項１に記載の対物レンズ。
【請求項６】　上記第２のレンズ群は、単一の両凸レンズのみを有し、像点側の曲率半径が物点側の曲率半径より大とされたことを特徴とする請求項１に記載の対物レンズ。
【請求項７】　上記第１のレンズ群は、複数のレンズを有し、これら複数のレンズのいずれかのレンズが、色収差を補正するためのホログラムを有することを特徴とする請求項１に記載の対物レンズ。
【請求項８】　上記第２のレンズ群は、光軸が互いに一致する第１及び第２のレンズを有し、物点側のレンズが色収差を補正するためのホログラムを有することを特徴とする請求項１に記載の対物レンズ。
【請求項９】　上記第２のレンズ群は、最像点側が平面又は球面とされたことを特徴とする請求項１に記載の対物レンズ。
【請求項１０】　光軸が通過する少なくとも１つの面に非球面が形成されて物点側に位置して配設される第１のレンズ群と、上記第１のレンズ群と光軸を一致させて配設される第２のレンズ群とを有する対物レンズ部と、
上記対物レンズ部を保持するレンズ保持体と、
上記レンズ保持体を光軸と平行な第１の方向及び光軸に直交する第２の方向にそれぞれ駆動する駆動手段とを備え、
上記第１及び第２のレンズ群による開口数ＮＡは、０．６５以上とされるとともに、
上記第２のレンズ群の最像点側に位置する面より物点側に位置する少なくとも１つの面には、入射光を回折する光学素子が設けられたことを特徴とする光ピックアップ装置。
【請求項１１】　信号記録面を保護する信号読み取り面側の光透過層の厚みが０．６ｍｍ以下とされた光記録媒体に対して情報信号の記録及び／又は再生を行うことを特徴とする請求項１０に記載の光ピックアップ装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】本発明は、例えば光ディスク、光磁気ディスクや光メモリーカード等の光記録媒体に対して情報信号の記録及び／又は再生を行うための対物レンズ及び光ピックアップ装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】例えば光ディスクから情報信号を再生する光ピックアップ装置が知られている。この種の光ピックアップ装置は、光ディスクの信号記録面にレーザ光を合焦させる対物レンズを備えている。
【０００３】近年、高度情報化が進む中で光ディスクの情報信号の高容量化に対する要望がある。光ディスクの高面密度化を達成するためには、レーザ光のスポット径を微小化することが必要とされる。そして、スポット径を微小化するためには、レーザ光を短波長化するとともに、対物レンズの開口数ＮＡを大きくする必要がある。
【０００４】単玉非球面の対物レンズは、開口数ＮＡを０．６以上に大きくした場合、曲率が大きくなることによって金型の加工が困難であるため、所定の非球面形状に形成することが困難であった。したがって、曲率を緩和するために、レンズの材料としては、高屈折率の材料を用いる必要があった。しかしながら、高屈折率の材料を用いて形成した場合であっても、単玉の対物レンズは、開口数ＮＡが０．７程度が限界とされている。
【０００５】そこで、レンズのパワーを分散し、曲率を緩和しつつ高ＮＡ化を図るように、光軸を互いに一致させて設けられた２枚のレンズ、或いは２つのレンズ群を有する対物レンズ部が提案されている。
【０００６】
【発明が解決しようとする課題】ところで、光ピックアップ装置が光ディスクを再生した際、再生信号にはノイズが含まれている。光ディスクの再生信号のノイズの要因として、ディスクの信号読み取り面側の光透過層の厚みのバラツキが考えられる。例えば波長が６５０ｎｍ、対物レンズ部の開口率ＮＡが０．８５の光学系においては、光ディスクの光透過層の厚みが５μｍ変化することにより、波面収差（球面収差）が０．０３２λ ｒｍｓ発生してしまう。したがって、光ディスクの光透過層の厚みのバラツキによって発生する収差を許容範囲内に抑えるためには、開口率ＮＡが大きくなるに従って光ディスクの寸法精度を高める必要が生じてしまう。
【０００７】しかしながら、光ディスクの寸法精度を高

3NSDOCID: <JP_411174318A_J_>

めることによって、光ディスクの製造工程の製造コストを上昇させてしまうおそれがある。このため、光ディスクの製造コストの上昇を避けるため、光ピックアップ装置に収差補正手段を設ける必要がある。

【０００８】光ピックアップ装置は、対物レンズが単玉非球面レンズとされる場合、光ディスクの光透過層の厚みのバラツキに伴う収差を補正することは困難とされている。したがって、光ピックアップ装置は、対物レンズとして２群以上のレンズ群を有する対物レンズ部を備える構成として、この対物レンズ部の一部の屈折率や距離等の特性を変化させることによって収差を補正する収差補正手段を備える必要がある。

【０００９】また、光ディスクの再生信号のノイズの他の要因としては、光源から出射されたレーザ光の出力変動に伴うモードホップが挙げられる。レーザ光の波長が変動することによって、焦点位置が変位するため、フォーカシングエラーが生じてしまう。特に情報信号の記録時にベリファイを行うシステムや光磁気システムにおいては、再生と記録の切替を頻繁に行うためにモードホップが発生しやすい。焦点深度は、波長に比例するとともに開口数ＮＡの２乗に反比例するため、短波長化及び高ＮＡ化に伴って小さくなる。これに伴ってデフォーカスの許容値も小さくなり、フォーカシングサーボの精度を高めなくてはならない。

【００１０】半導体レーザの波長は、温度依存性があるため、温度が高くなるに従って波長が長波長側にシフトする。実際の使用温度として、２０℃～６０℃の範囲内で、半導体レーザの波長は±５ｎｍ程度変化する。この波長変動に対して、アッベ数が６０程度のレンズにおいては、焦点位置の変位量が数μｍに及ぶという問題点がある。短い焦点距離と大きな焦点位置の変位量の問題は、色収差を補正しない限り深刻な問題となる。

【００１１】また、半導体レーザから出射されたレーザ光が、半導体レーザの波長のＦＷＨＭにして１ｎｍの広がりを有するとすると、例えばアッベ数が８０程度の低分散ガラス製のレンズを用いた場合でも０．００７～０．０１λｒｍｓ程度の球面収差が発生する。温度変化により生じるレーザ光の波長のシフトは、焦点位置のシフトと色収差を発生するが、これらは所定の精度又は速度であれば、収差補正手段やフォーカシングサーボによってキャンセルすることもできる。しかしながら、半導体レーザから出射されたレーザ光の波長の広がりによって発生する色収差は、色消しレンズ系を用いなければ補正することができない。

【００１２】従来の屈折型レンズによって色消しを行う場合は、ガラスや光学用プラスチック材料のアッベ数が２０～７０程度の間に分布しているため、正のパワーを有するレンズであれば、クラウンの凸レンズとフリントの凹レンズを用いて色収差を補正している。しかし、レンズの材料を２種類必要とするため、製造コストが高くなるという不都合があった。

【００１３】また、光学用プラスチック材料によって形成されたレンズは、吸湿性を有するため、吸湿及び排湿の過程で時定数が長く、比較的大きな球面収差を発生するという問題もあった。

【００１４】そこで、本発明は、色収差を補正することができる対物レンズ、及びこの対物レンズを備える光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【００１５】

【課題を達成するための手段】上述した目的を達成するため、本発明に係る対物レンズは、第１及び第２のレンズ群による開口数ＮＡは、０．６５以上とされ、第２のレンズ群の最像点側に位置する面より物点側に位置する少なくとも１つの面に、入射光を回折する光学素子が設けられる。

【００１６】また、本発明に係る光ピックアップ装置は、第１及び第２のレンズ群による開口数ＮＡは、０．６５以上とされ、第２のレンズ群の最像点側に位置する面より物点側に位置する少なくとも１つの面に、入射光を回折する光学素子が設けられる。

【００１７】以上のように構成した高開口数の対物レンズにおいて、問題となる色収差の色消し条件は、一般に次の式のように導かれる。焦点距離f_1、f_2の２枚の薄肉レンズを光軸方向に間隔ｔで配置すれば、合成レンズの焦点距離ｆは、（１）式によって与えられる。

【００１８】

【数１】

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}-\frac{t}{f_1 f_2} \qquad \cdots\cdots\cdots (1)$$

【００１９】この（１）式の全微分をとり、（２）式が得られる。

【００２０】

【数２】

$$\frac{df}{f^2}=\frac{df_1}{f_1^2}+\frac{df_2}{f_2^2}-\frac{t}{f_1 f_2}\left(\frac{df_1}{f_1}+\frac{df_2}{f_2}\right) \qquad \cdots\cdots\cdots (2)$$

【００２１】また、薄肉レンズの焦点距離は、各薄肉レンズの曲率半径をr_1、r_2とすれば、（３）式が得られる。

【００２２】

【数３】

$$\frac{1}{f}=(n-1)\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)+\frac{t}{r_1 r_2}\frac{(n-1)^2}{n} \qquad \cdots\cdots\cdots (3)$$

【００２３】（３）式において、右辺第２項のｔは、レンズの厚みであり、この厚みｔを無視すると、ｆ（ｎ－１）の値は、波長に依存しなくなる。（３）式を全微分すると、（４）式が得られる。

【００２４】

【数４】

$$\frac{df}{f}=-\frac{dn}{(n-1)} \qquad \cdots\cdots\cdots (4)$$

【００２５】アッベ数は、（５）式となる。

【００２６】

【数５】

$$\nu_d=\frac{n_D-1}{n_f-n_c}=\frac{n-1}{\Delta n}=\frac{n-1}{dn} \quad \cdots\cdots\cdots (5)$$

【００２７】（４）式及び（５）式より、（６）式が得られる。

【００２８】

【数６】

$$df=-\frac{f}{\nu_d} \quad \cdots\cdots\cdots (6)$$

【００２９】（２）式及び（６）式より薄肉レンズの色消し条件が求められる。ｔ＝０とすれば、$\nu_2/\nu_1=-f_1/f_2$であるので、（７）式が得られる。

【００３０】

【数７】

$$f_1=f\left(1-\frac{\nu_2}{\nu_1}\right) \quad f_2=f\left(1-\frac{\nu_1}{\nu_2}\right) \quad \cdots\cdots\cdots (7)$$

【００３１】この（７）式が薄肉レンズの色消し条件である。すなわち、クラウンガラスの凸レンズとフリントガラスの凹レンズを密着して作る色消し貼り合わせレンズ等の条件となる。

【００３２】２枚の薄肉レンズが所定の距離を隔てて設けられる場合の色消し条件は、同様に（２）式及び（６）式より、（８）式が色消し条件として求められる。

【００３３】

【数８】

$$t_c=\frac{\nu_1 f_1+\nu_2 f_2}{\nu_1+\nu_2} \quad \cdots\cdots\cdots (8)$$

【００３４】（８）式より明らかなように、同一材料を用いて形成しても、ｔ＝０．５（f_1+f_2）の条件を満たせば色消しを実現することができる。この条件を満たすことにより、先玉レンズと後玉レンズとの間隔が大きくなるため、対物レンズ部の光軸方向の大きさは大きくなる。

【００３５】また、この条件を（１）式に当てはめると

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}+\frac{1}{f_3}-\frac{t}{f_2 f_3}-\frac{t}{f_1 f_3}$$

【００３６】（６）式を用いることにより、薄肉単玉レンズのＣ線（６５６．２７２５ｎｍ）からＦ線（５８９．２９３８ｎｍ）までの軸上色収差の概算を求めることができる。例えば開口数ＮＡが０．８５、入射瞳径が４．０ｍｍ、波長が６５０ｎｍの光学系において、焦点距離ｆは２．３５３ｍｍとなる。例えばアッベ数が３６．３の材料を用いると、赤から青までの波長において６５μｍの焦点ずれが発生する。これは、１０ｎｍ当たり約４μｍの焦点ずれに相当する。これに対して焦点深度Z_0は、（９）式で与えられる。

【００３７】

【数９】

$$|Z_0|\leq\frac{\lambda}{2(NA)^2} \quad \cdots\cdots\cdots (9)$$

【００３８】上述した焦点深度Z_0は、最良像面の前後に対して対象であり、この焦点深度Z_0の２倍である$2Z_0$（以下、Ｄ．Ｏ．Ｆ．（Depth of Focus）と称する。）が求める値となる。

【００３９】上述した光学系におけるＤ．Ｏ．Ｆ．を算出すると、０．９μｍとなり、これは波長変動による焦点移動量の２０％に相当する。以上、単玉レンズの場合の軸上色収差を説明したが、２群レンズの場合も同様となる。

【００４０】つぎに、３群の薄肉レンズの場合を説明する。物点側から順に第１のレンズ群、第２のレンズ群、第３のレンズ群として、第１のレンズ群と第２のレンズ群との間隔を０、第２のレンズ群と第３のレンズ群との間隔をｔとする。

【００４１】光学系全体の焦点距離ｆは、（１０）式と表すことができる。

【００４２】

【数１０】

$$\cdots\cdots\cdots\cdots (10)$$

【００４３】この（１０）式を全微分すると、（１１）式となる。

【００４４】

【数１１】

$$\frac{df}{f^2}=\frac{df_1}{f_1^2}+\frac{df_2}{f_2^2}+\frac{df_3}{f_3^2}-\frac{t}{f_2 f_3}\left(\frac{df_2}{f_2}+\frac{df_3}{f_3}\right)-\frac{t}{f_1 f_3}\left(\frac{df_1}{f_1}+\frac{df_3}{f_3}\right) \quad \cdots\cdots (11)$$

【００４５】この（１１）式を（６）式を用いて変形する。なお、便宜上簡素化を図り、第１のレンズ群と第３のレンズ群のアッベ数を等しくν_rであるとすれば、（１２）式が得られる。

【００４６】

【数１２】

$$-\frac{df}{f^2}=\frac{1}{f_1\nu_r}+\frac{1}{f_2\nu_2}+\frac{1}{f_3\nu_r}-\frac{t}{f_2 f_3}\left(\frac{1}{\nu_2}+\frac{1}{\nu_r}\right)-\frac{t}{f_1 f_3}\left(\frac{1}{\nu_1}+\frac{1}{\nu_r}\right) \quad \cdots\cdots (12)$$

【００４７】色収差を抑えるためには、（１２）式の左辺を０と置けばよく、（１３）式が得られる。

$f_{t=t_c}=2f_{t=0}$となり、ｔ＝０の場合と比較して焦点距離が２倍になってしまうため、開口数ＮＡを大きくすることが困難である。したがって、（１）式は、２群の距離を広げることにより、焦点距離は長い方向に移動することも表している。

:NSDOCID: <JP 411174318A J >

【００４８】

【数１３】

$$\frac{\nu_r}{\nu_2}\left(\frac{t}{f_2}-1\right)=\frac{t}{f_3}\left(1+\frac{2f_2}{f_1}\right)+f_2\left(\frac{1}{f_3}+\frac{1}{f_1}\right) \quad \cdots\cdots (13)$$

【００４９】ここで、３群レンズの構成を第１のレンズ群が後玉レンズ、第２のレンズ群が回折レンズ、第３のレンズ群が先玉レンズとする。回折レンズのアッベ数をν_2とすれば、回折レンズのアッベ数は、（１４）式で与えられる。

【００５０】

【数１４】

$$\nu_2=\nu_{DOE}=3.452\ x \quad \cdots\cdots (14)$$

【００５１】まず、ｔ＝０とすれば、（１３）式は、（１５）式に変形される。

【００５２】

【数１５】

$$-\frac{\nu_r}{\nu_{DOE}}=f_2\left(\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_3}\right)=\frac{f_2}{f}-1 \quad \cdots\cdots (15)$$

【００５３】すなわち、光学系の焦点距離ｆとレンズの材料のアッベ数と回折レンズの焦点距離の関係式が得られる。

【００５４】レンズを形成する光学用プラスチック材料としては、例えばポリメチルメタクリレート（ＰＭＭＡ）、スチレンアクリロニトリル（ＳＡＮ）、ポリカーボネイト（ＰＣ）、熱硬化性プラスチック、ポリスチレン（ＰＳ）等が挙げられる。これらの中で、ＰＳ、ＰＣは、複屈折が大きいため、高精度を要求されるレンズに不適である。一般的なプラスチック材料のアッベ数は、３１～５８の範囲内である。色消しするためには、回折レンズの焦点距離を光学系全体の焦点距離の１０～１８倍にすればよい。光学ガラス材料の場合は、より自由にアッベ数を選択することが可能であるが、回折レンズを組み合わせない場合には、アッベ数が７０以上の材料を使用しないと（６）式で与えられる焦点深度が、±５ｎｍのレーザ光の波長変動により発生する焦点ずれの４５％以下になってしまう。

【００５５】そこで、アッベ数が７０以下の材料を使用する場合は、回折レンズを用いて色消しを積極的に行う必要がない。したがって、アッベ数７０以下の材料によって形成されたレンズは、回折レンズを用いて色消しを行う必要がある。レンズを形成する材料の最小アッベ数は、２１程度であるため、（１５）式の条件より、回折レンズの焦点距離と光学系全体の焦点距離の間には、（１６）式が成立する必要がある。

【００５６】

【数１６】

$$7.1\leq\frac{f_2}{f}\leq 20 \quad \cdots\cdots (16)$$

【００５７】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的な実施形態について、光ピックアップ装置を図面を参照して説明する。なお、光ピックアップ装置１は、直径を１２０ｍｍとなし、ディスク基板の厚みを０．１ｍｍとなす光ディスクと、ディスク補強板とを貼り合わせて全体の厚みを１．２ｍｍとされた高記録密度ディスク５（以下、光ディスク５と称する。）の記録及び／又は再生に用いられる。すなわち、光ディスク５には、信号記録面である反射面が、一方の信号読み取り面の表面から厚み方向の内方に０．１ｍｍの位置に形成されている。

【００５８】光ピックアップ装置１が備える光学系１０は、図示しないが、光路上の順に、６７０ｎｍ以下の短波長のレーザ光を出射する光源と、この光源から出射されたレーザ光を平行光にするコリメータレンズと、レーザ光を回折して３ビームに分光する回折格子とを備えている。光源は、波長が６７０ｎｍ以下の例えば６５０ｎｍ程度のレーザ光を出射する半導体レーザを有している。

【００５９】また、この光学系１０は、図１に示すように、光源から出射されたレーザ光を透過させるとともに光ディスク５からの反射レーザ光を反射させる偏光ビームスプリッタ１３と、直線偏光を円偏光にする１／４波長板１４と、この１／４波長板１４を通過したレーザ光を光ディスク５の信号記録面上に合焦させる２群対物レンズ部１５とを備えている。

【００６０】また、この光学系１０は、図１に示すように、偏光ビームスプリッタ１３に反射された光ディスク５からの反射レーザ光を集光する集光レンズ１６及びマルチレンズ１７と、光ディスク５の信号記録面からの反射レーザ光を受光するフォトディテクタ１８とを備えている。

【００６１】そして、光ピックアップ装置１は、図１に示すように、２群対物レンズ部１５が設けられるボビン２０と、このボビン２０を図１中矢印a_1方向及び矢印a_2方向と、図１中に示す矢印b_1方向及び矢印b_2方向との互いに直交する２軸方向に移動する電磁駆動機構２１を備えている。

【００６２】ボビン２０は、図示しないが、２群対物レンズ部１５の光軸方向と平行に設けられた支軸に、この支軸の軸方向に摺動可能であるとともに支軸の軸回り方向に回転可能に支持されている。

【００６３】そして、このボビン２０は、電磁駆動機構２１によって駆動変位されることによって支軸の軸方向

に摺動され、さらに支軸の軸回り方向に摺動変位される。すなわち、ボビン２０が支軸の軸方向に摺動変位されることによって、２群対物レンズ部１５はその光軸と平行な第１の方向である図１中矢印a_1方向及び矢印a_2方向に駆動変位されて光ディスク５に対するフォーカシング制御が行われ、ボビン２０が支軸の軸回り方向に回動変位されることによって、２群対物レンズ部１５がその光軸と直交する第２の方向である図１中矢印b_1方向及び矢印b_2方向に駆動変位されて光ディスク５に対するトラッキング制御が行われる。

【００６４】ボビン２０を駆動変位させる電磁駆動機構２１は、図１に示すように、ボビン２０上に配設されるフォーカシング用コイル２２及びトラッキング用コイル２３と、これらフォーカシング用コイル２２及びトラッキング用コイル２３に対向して配設されるフォーカシング用マグネット２４及びトラッキング用マグネット２５とを備えて構成されている。

【００６５】この電磁駆動機構２１は、フォーカシング用コイル２２にフォーカシングエラー信号が供給されることにより、ボビン２０を支軸の軸方向に駆動変位され、トラッキング用コイル２３にトラッキングエラー信号が供給されることにより、ボビン２０を支軸の軸回り方向に回動変位させる。なお、光ピックアップ装置１において、フォーカシングエラー検出方法としては、いわゆる非点収差法（アスティグマ法）が用いられ、トラッキングエラー検出方法としては、いわゆる３スポット（３ビーム）法が用いられている。この非点収差法は、光ディスク５からの反射レーザ光を例えばシリンドリカルレンズを介して検出領域が４分割されたフォトディテクタによって検出し、各検出領域から得られる検出出力の和及び／又は差を求めることによって、レーザ光の信号記録面に対する合焦ずれ成分であるフォーカシングエラー信号を得るようにしたものである。また、３スポット法は、光源から出射される１本のレーザ光を回折格子等を用いて、１本の主レーザ光と２本の副レーザ光に分割し、記録トラックの中心に照射される主レーザ光の前後に２本の副レーザ光を照射する。主レーザ光の前後に照射された副レーザ光の反射レーザ光を、２つのフォトディテクタにより検出し、各フォトディテクタから得られる検出出力の差を求めることによって、主レーザ光の記録トラックに対するずれ成分であるトラッキングエラー信号を得るようにしたものである。

【００６６】また、図示しないが、光ピックアップ装置１は、光ディスク５と仕様が異なる他の光学ディスクを再生する場合等の必要に応じて、ボビン２０上に、他の光学ディスクに対応する他の光学系が備える対物レンズを配設する構成としてもよい。

【００６７】そして、本発明の要部である２群対物レンズ部１５は、図１及び図２に示すように、物点側に位置して配設されて第１のレンズ群２６を構成する第１のレンズ２７（以下、後玉レンズ２７と称する。）と、この後玉レンズ２７と光軸を一致させて配設される第２のレンズ群２８を構成する第２のレンズ２９（以下、先玉レンズ２９と称する。）とを備えている。

【００６８】また、２群対物レンズ部１５は、図示しないが、後玉レンズ２７を保持する後玉レンズホルダと、先玉レンズ２９を保持する先玉レンズホルダとを備えている。また、図示しないが、この２群対物レンズ部１５は、球面収差を補正するため、後玉レンズ２７に対して先玉レンズ２９を光軸方向に移動する電磁駆動手段を備えている。

【００６９】２群対物レンズ部１５の後玉レンズ２７は、例えばポリメチルメタクリレート（ＰＭＭＡ）によって形成されており、これら先玉レンズ２９及び後玉レンズ２７とによる開口数ＮＡは、０．６５以上とされており、例えば０．８５に設定されている。なお、先玉レンズ２９及び後玉レンズ２７を形成する光学用プラスチック材料としては、例えばポリメチルメタクリレート（ＰＭＭＡ）の他、スチレンアクリロニトリル（ＳＡＮ）、ポリカーボネイト（ＰＣ）、熱硬化性プラスチック、ポリスチレン（ＰＳ）等が挙げられる。

【００７０】図２に示すように、２群対物レンズ部１５の物点側から順に面番号をそれぞれ付す。後玉レンズ２７の第２面には、図２に示すように、色収差を補正するために入射光を回折するホログラム３０が設けられている。後玉レンズ２７及び先玉レンズ２９の構成は、アクリル樹脂［非球面－球面＋回折面］－クラウンガラス［球面－平面］とされている。なお、光ディスク５の光透過層の厚みは、０．１ｍｍ、２群対物レンズ部１５の作動距離（ワーキングディスタンス）は、０．１ｍｍとされている。

【００７１】なお、２群対物レンズ部１５の後玉レンズ２７及び先玉レンズ２９の非球面形状は、次の非球面式により定義される。

【００７２】

【数１７】

$$X=\frac{Y^2/R}{1+\left\{1-(1+K)(Y/R)^2\right\}^{1/2}}+AY^4+BY^6+CY^8+DY^{10} \quad \cdots\cdots (17)$$

【００７３】但し、Ｘ：光軸からの高さがＹの非球面上の点の非球面頂点の接平面からの距離、Ｙ：光軸からの高さ、Ｒ：曲率半径、ｋ：円錐定数、Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄ：４次，６次，８次，１０次の非球面係数

また、ホログラム３０は、位相型として、効率の点からブレーズド角度を有するものが望ましい。一般的なホログラムと同様に、製造時に２つの点光源が無限遠方にあるとしたときの各面での位相ずれを基板上の極座標多項

3NSDOCID: <JP_411174318A__J_>

式によって表す。

【００７４】回折基準波長における光路差（以下、ＯＰＤと称する。）は、（１８）式によって与えられる。但し、単位：ｍ

【００７５】

【数１８】

$$OPD=C1R^2+C2R^4+C3R^6+C4R^8+\cdots\cdots \qquad \cdots\cdots(18)$$

【００７６】なお、実際のレンズ形状は、回折を生じさせるためにブレーズド角度を有する形状或いはステップ状に変化させる。

【００７７】以上のように構成された光ピックアップ装置１の２群対物レンズ部１５について、光源から出射されるレーザ光の波長が６６０ｎｍ、６５０ｎｍ、６４０ｎｍとされた場合における波面収差（球面収差）のアイソメトリックプロットを図面を参照して説明する。

【００７８】図３及び図４に示すように、２群対物レンズ部１５は、レーザ光の波長が６６０ｎｍの場合、波長が６５０ｎｍにおける焦点位置からのずれが６ｎｍであった。また図４及び図５に示すように、２群対物レンズ部１５は、レーザ光の波長が６４０ｎｍの場合、波長が６５０ｎｍにおける焦点位置からのずれが５ｎｍであった。

【００７９】したがって、２群対物レンズ部１５は、図３、図４及び図５に示すように、レーザ光の波長が変化した場合であっても焦点位置が大きく変位しないため、デフォーカスが生じていない。また、２群対物レンズ部１５は、Ｄ．Ｏ．Ｆが９００ｎｍであるため、色収差が充分に小さな値に補正されている。

【００８０】上述したように、光ピックアップ装置１の２群対物レンズ部１５は、後玉レンズ２７の第２面にホログラム３０が設けられたことによって、色収差を補正することができる。

【００８１】また、２群対物レンズ部１５は、後玉レンズ２７を光学用プラスチック材料等の樹脂材料によって形成することが可能とされる。したがって、２群対物レンズ部１５は、比較的安価な樹脂材料によって後玉レンズ２７が形成されることにより、製造コストを低減するとともに、軽量化を図ることができる。

【００８２】また、本発明に係る他の２群対物レンズ部１１５について図６を参照して説明する。図６に示すように、この２群対物レンズ部１１５は、物点側に位置して配設されて第１のレンズ群１２６を構成する後玉レンズ１２７と、この後玉レンズ１２７と光軸を一致させて配設される第２のレンズ群１２８を構成する先玉レンズ１２９とを備えている。

【００８３】図６に示すように、２群対物レンズ部１１５の物点側から順に面番号をそれぞれ付す。先玉レンズ１２９の第３面には、図６に示すように、色収差を補正するために、入射光を回折するホログラム１３０が設けられている。後玉レンズ１２７及び先玉レンズ１２９の構成は、［非球面－非球面］－［球面＋回折面－球面］とされている。なお、光ディスク６の光透過層の厚みは、０．６ｍｍ、２群対物レンズ部１１５の作動距離（ワーキングディスタンス）は、０．７５ｍｍとされている。

【００８４】なお、入射光を回折するホログラムや回折レンズ等の光学素子は、２群対物レンズ部の最像点側に位置する面より物点側に位置する面であればいずれの位置に設けられてもよい。また、本発明に係る光ピックアップ装置の２群対物レンズ部は、入射光の位相を変化させて回折するホログラム等の光学素子を有する構成としてもよい。

【００８５】

【実施例】以下、本発明の具体的な実施例及び比較例について、図面及び表を参照して説明する。

【００８６】実施例１

図２に示すように、２群対物レンズ部１５の物点側から順に面番号を付す。

【００８７】本発明に係る２群対物レンズ部１５の設計例を以下に示す。開口数ＮＡ：０．８５、回折基準波長：６５０ｎｍ、設計波長：６５０±１５ｎｍ、焦点距離：２．３４ｍｍ

【００８８】

【表１】

面番号	曲率半径	面間隔
第１面	2.518	2.000
第２面	-86.98031	0.844655
第３面	1.50999	1.806953
第４面	∞	0.1
第５面	∞	0.1
像面	∞	

【００８９】

【表２】

面番号	K (C1)	A (C2)	B (C3)	C (C4)	D (C5)
１面非球面	-0.51284	-.7963e-4	-.40234e-3	.67370e-4	-.15761e-4
２面回折面	-9.2237e-3	1.2390e-3	-3.021e-4	2.4692e-5	0

【００９０】実施例２

また、本発明に係る他の２群対物レンズ部１１５の設計例を以下に示す。開口数ＮＡ：０．６６、回折基準波長：６５０ｎｍ、設計波長：６５０±１５ｎｍ、焦点距離：２．５２ｍｍ

【００９１】

【表３】

面番号	曲率半径	面間隔
第１面	2.77063	2.000
第２面	-20.92245	0.917651
第３面	1.45649	1.898680
第４面	∞	0.1
第５面	∞	0.1
像面	∞	

【００９２】
【表４】

面番号	K (C1)	A (C2)	B (C3)	C (C4)	D (C5)
１面非球面	-0.550273	-.92199e-3	-.22078e-3	.24306e-4	-.86265e-5

【００９３】また、この２群対物レンズ部１１５の焦点位置の波長依存性を以下に示す。

【００９４】
【表５】

面番号	曲率半径	面間隔
第１面	3.8194	1.800
第２面	-12.16235	0.392129
第３面	2.40936	1.4
第４面	-4.5513	1.75
第５面	∞	0.6
像面	∞	

【００９５】比較例１
つぎに、比較例である２群対物レンズ部２１５の設計例を以下に示す。開口数ＮＡ：０．７９、回折基準波長：６５０ｎｍ、設計波長：６５０±１５ｎｍ、焦点距離：２．３４ｍｍ
２群対物レンズ部２１５は、図７に示すように、物点側に位置して配設されて第１のレンズ群２２６を構成する後玉レンズ２２７と、この後玉レンズ２２７と光軸を一致させて配設される第２のレンズ群２２８を構成する先玉レンズ２２９とを備えている。

【００９６】また図７に示すように、比較例の２群対物レンズ部２１５の物点側から像点側に向かって順に面番号をそれぞれ付して、この２群対物レンズ部２１５の設計例を以下に示す。

【００９７】
【表６】

面番号	K (C1)	A (C2)	B (C3)	C (C4)	D (C5)
１面非球面	-1.274885	-.32773e-2	-87116e-3	-.16593e-3	0.7715e-4
２面非球面	0.052474	0.2700e-2	-.21186e-3	-.19256e-3	0.2643e-3
３面回折面	-6.586e-3	-8.0625e-4	1.1848e-4	1.3509e-5	0

【００９８】

【表７】

波長	660nm	650nm	640nm
焦点シフト（nm）	69	10.2	91
波面収差（デフォーカス）	0.009	0.009	0.010

【００９９】以上のように構成された２群対物レンズ部２１５について、光源から出射されるレーザ光の波長が６６０ｎｍ、６５０ｎｍ、６４０ｎｍとされた場合における波面収差のアイソメトリックプロットを図面を参照して説明する。

【０１００】図８、図９及び図１０に示すように、この２群対物レンズ部２１５は、波長が変化することによってデフォーカスが発生する。図８及び図９に示すように、２群対物レンズ部２１５は、レーザ光の波長が６６０ｎｍの場合、波長が６５０ｎｍにおける焦点位置からのずれが＋７９０ｎｍであった。また、図９及び図１０に示すように、２群対物レンズ部２１５は、レーザ光の波長が６６０ｎｍの場合、波長が６５０ｎｍにおける焦点位置からのずれが－７５０ｎｍであった。すなわち、２群対物レンズ部２１５は、レーザ光の波長が±１０ｎｍ変動することによって、焦点位置が、焦点深度の１．７倍も変位している。

【０１０１】比較例２
また、他の比較例である２群対物レンズ部３１５の設計例を以下に示す。開口数ＮＡ：０．６５、回折基準波長：６５０ｎｍ、設計波長：６５０±１５ｎｍ、焦点距離：２．５２ｍｍ
２群対物レンズ部３１５は、図１１に示すように、物点側に位置して配設されて第１のレンズ群３２６を構成する後玉レンズ３２７と、この後玉レンズ３２７と光軸を一致させて配設される第２のレンズ群３２８を構成する先玉レンズ３２９とを備えている。

【０１０２】また図１１に示すように、他の比較例の２群対物レンズ部３１５の物点側から像点側に向かって順に面番号をそれぞれ付して、この２群対物レンズ部３１５の設計例を以下に示す。

【０１０３】
【表８】

BNSDOCID: <JP 411174318A J >

【０１０４】
【表９】

面番号	曲率半径	面間隔
第１面	4.2228	1.800
第２面	−10.4564	0.500
第３面	2.1426	1.4
第４面	−5.2511	0.75
第５面	∞	0.6
像面	∞	

面番号	K (C1)	A (C2)	B (C3)	C (C4)	D (C5)
１面非球面	-0.990805	-.28434e−2	-84209e−3	-.15656e−3	0.8229e−4
２面非球面	-6.7309	0.3069e−2	-.48813e−3	-.23728e−3	0.27574e−3

【０１０５】また、この２群対物レンズ部３１５の焦点位置の波長依存性を以下に示す。

【０１０６】
【表１０】

波長	660nm	650nm	640nm
焦点シフト (nm)	+885	+28	−871
波面収差 (デフォーカス)	0.095	0.005	0.089

【０１０７】表１０に示すように、２群対物レンズ部３１５は、上述した２群対物レンズ部２１５と同様に非常に大きな焦点位置の変位が発生している。

【０１０８】したがって、上述した実施例１及び実施例２の２群対物レンズ部１５、１１５によれば、色収差を補正することが可能とされる。

【０１０９】

【発明の効果】上述したように本発明に係る対物レンズによれば、入射光を回折する光学素子を備えることによって、色収差を補正することができる。

【０１１０】また、本発明に係る光ピックアップ装置によれば、対物レンズ部が入射光を回折する光学素子を備えることによって、色収差を補正することができる。したがって、この光ピックアップ装置によれば、光記録媒体に対する情報信号の記録及び／又は再生動作の信頼性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明に係る光ピックアップ装置の光学系を示す模式図である。

【図２】上記光ピックアップ装置の対物レンズ部を示す断面図である。

【図３】上記対物レンズ部において波長が６６０ｎｍのときの波面収差を示す模式図である。

【図４】上記対物レンズ部において波長が６５０ｎｍのときの波面収差を示す模式図である。

【図５】上記対物レンズ部において波長が６４０ｎｍのときの波面収差を示す模式図である。

【図６】他の対物レンズ部を示す断面図である。

【図７】比較例である光ピックアップ装置の対物レンズ部を示す断面図である。

【図８】比較例である対物レンズ部において波長が６６０ｎｍのときの波面収差を示す模式図である。

【図９】比較例である対物レンズ部において波長が６５０ｎｍのときの波面収差を示す模式図である。

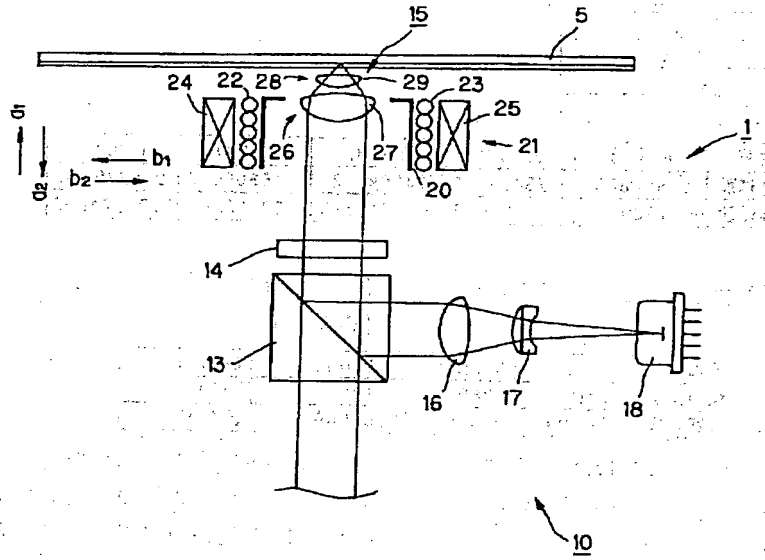
【図１０】比較例である対物レンズ部において波長が６４０ｎｍのときの波面収差を示す模式図である。

【図１１】他の比較例である対物レンズ部を示す断面図である。

【符号の説明】

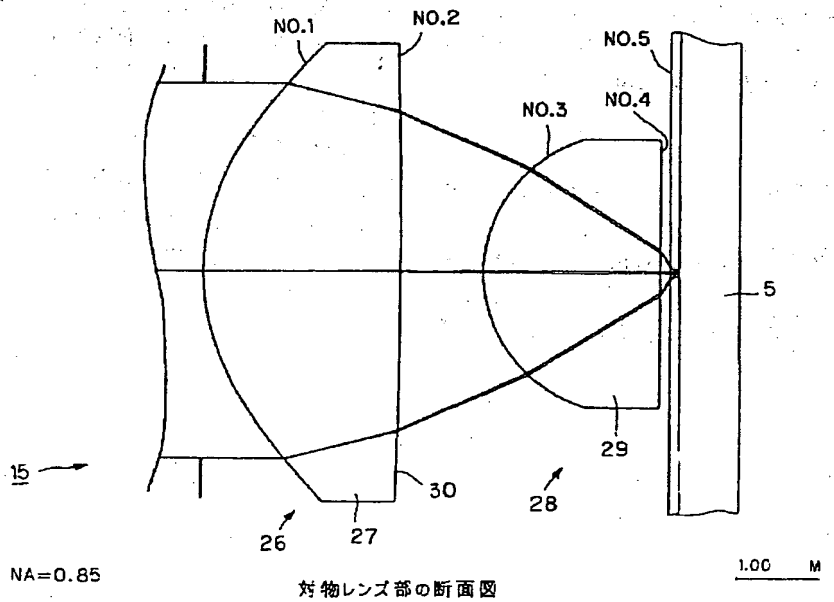
１　光ピックアップ装置、５　光ディスク、１５　２群対物レンズ部、２６第１のレンズ群、２８　第２のレンズ群、２７　後玉レンズ、２９　先玉レンズ、３０　ホログラム

【図1】



光ピックアップ装置の光学系の模式図

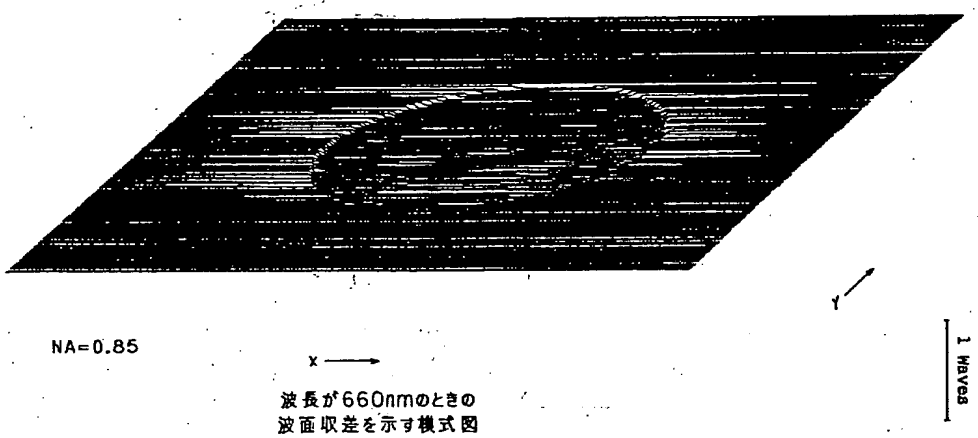
【図2】



対物レンズ部の断面図

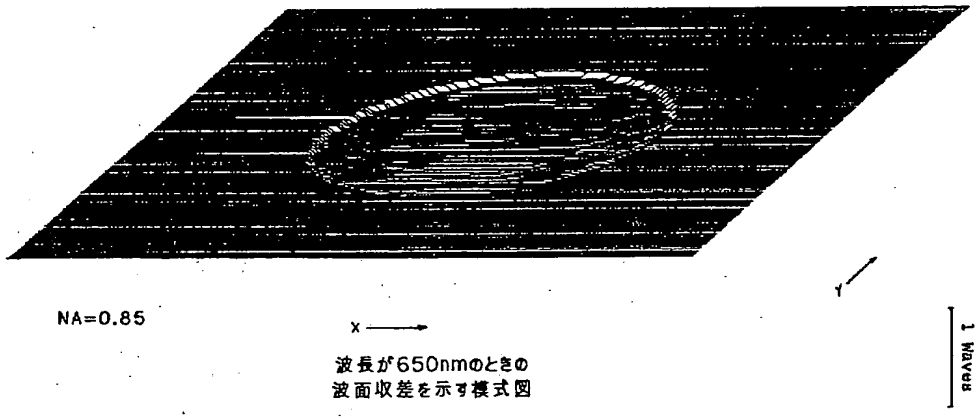
BNSDOCID: <JP_411174318A__J_>

【図3】



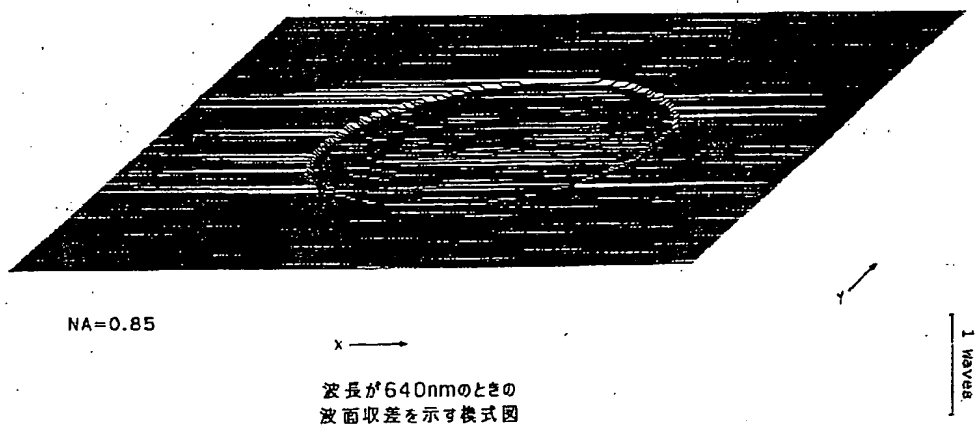
波長が660nmのときの
波面収差を示す模式図

【図4】



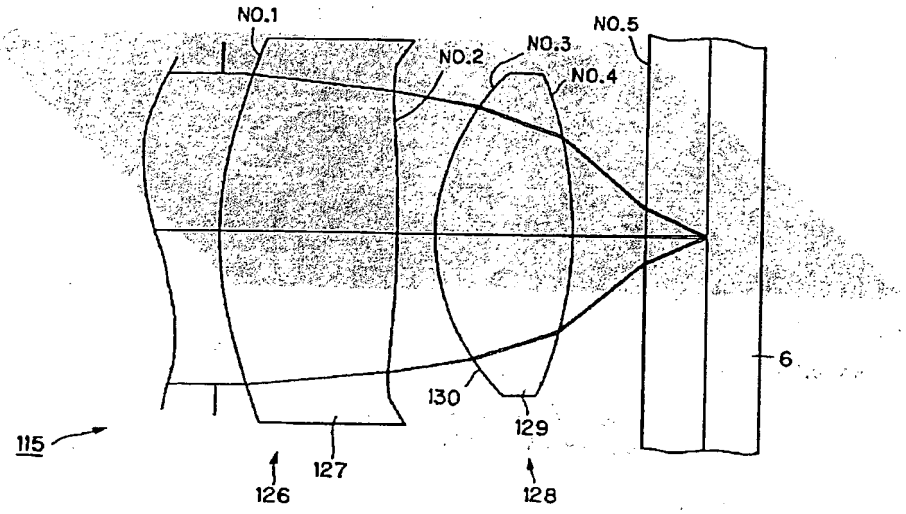
波長が650nmのときの
波面収差を示す模式図

【図5】



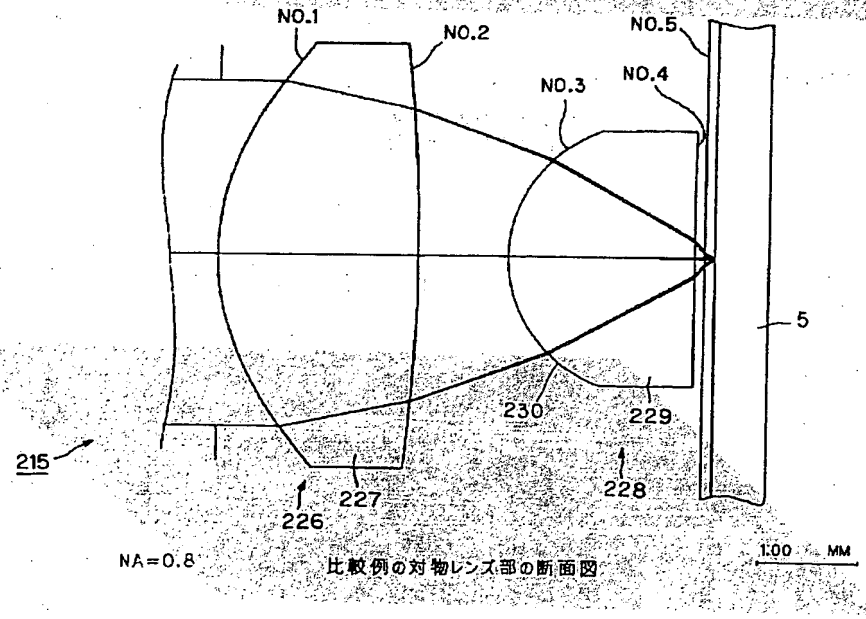
波長が640nmのときの
波面収差を示す模式図

【図６】



NA=0.66　　他の対物レンズ部の断面図

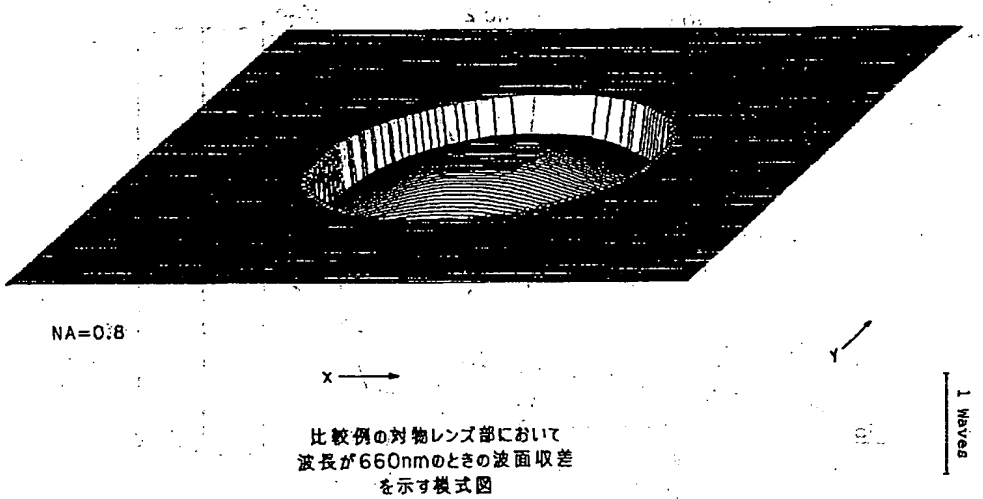
【図７】



NA=0.8　　比較例の対物レンズ部の断面図

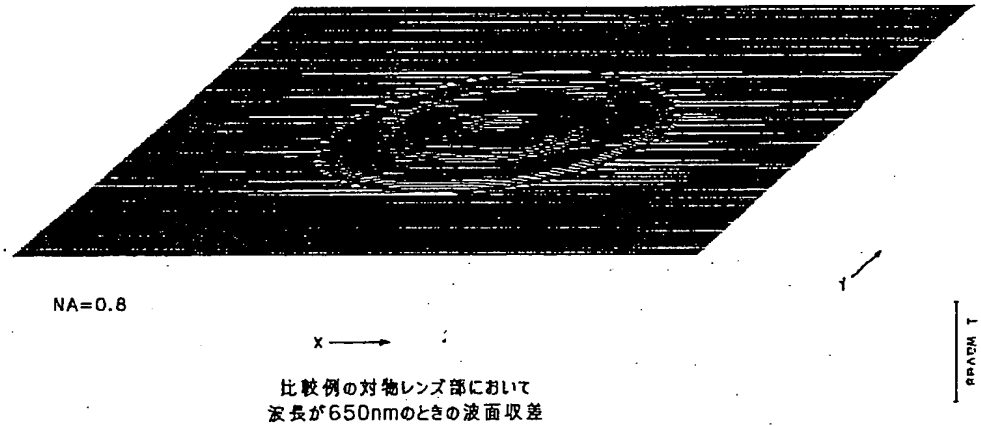
:NSDOCID: <JP_411174318A__J_>

【図８】



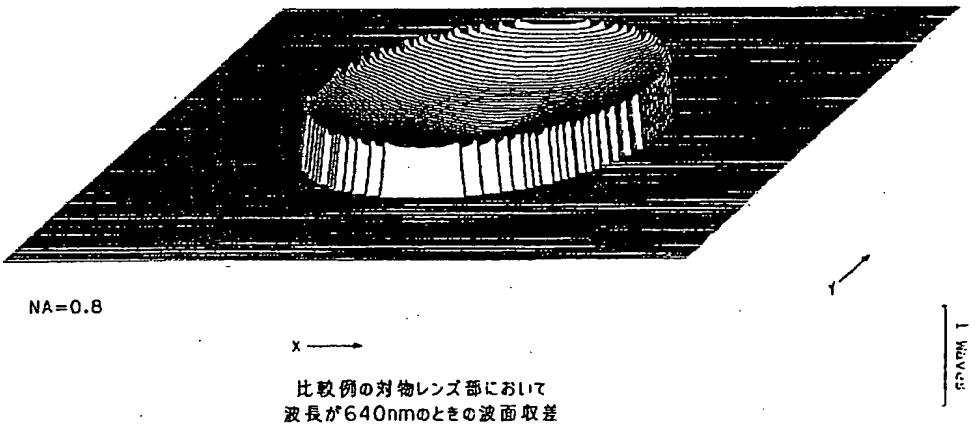
比較例の対物レンズ部において
波長が660nmのときの波面収差
を示す模式図

【図９】



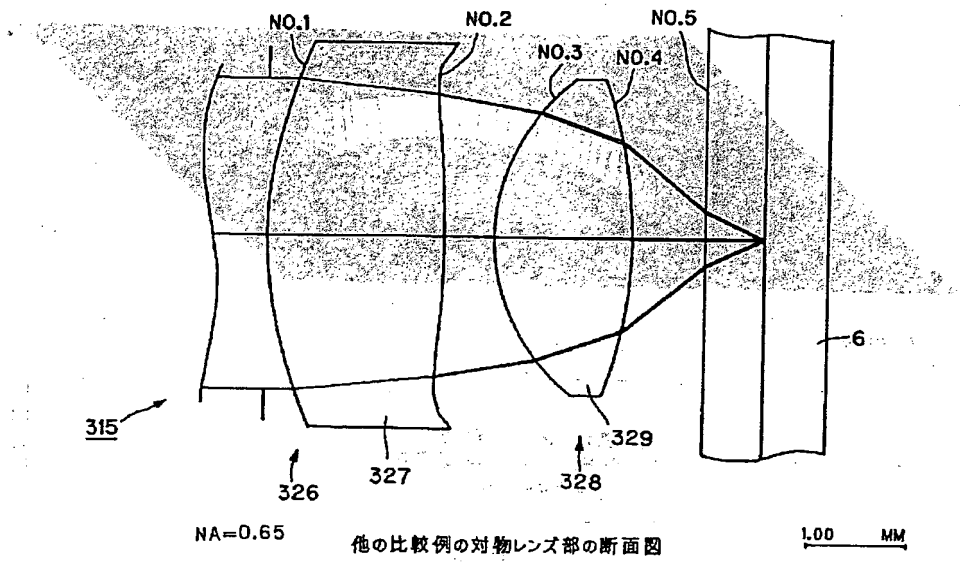
比較例の対物レンズ部において
波長が650nmのときの波面収差
を示す模式図

【図１０】



比較例の対物レンズ部において
波長が640nmのときの波面収差
を示す模式図

【図１１】



他の比較例の対物レンズ部の断面図

NSDOCID: <JP_411174318A__J_>